





## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 06 620.9

**Anmeldetag:** 18. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG,  
81669 München/DE

**Bezeichnung:** Integrierte Testschaltung in einer  
integrierten Schaltung

**IPC:** G 01 R 31/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hintermeier

## Beschreibung

## Integrierte Testschaltung in einer integrierten Schaltung

5 Die Erfindung betrifft eine integrierte Testschaltung in einer integrierten Schaltung, mit der interne Spannungen der integrierten Schaltung getestet werden können. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Testen von internen Spannungen in einer integrierten Schaltung.

10

Integrierte Halbleiterschaltungen werden während und nach ihrer Produktion durch Testen auf ihre korrekte Funktion hin überprüft. Beim Testen von Halbleiterschaltungen ist es unter anderem notwendig, in der Halbleiterschaltung intern generierte Spannungen zu testen, d.h. zu prüfen, ob die intern generierte Spannung der gewünschten Spannung entspricht. Üblicherweise sind dazu die intern erzeugten Spannungen über spezielle Testanschlüsse von außen zugänglich, so dass eine angeschlossene Testereinrichtung die Spannung abgreift und

15 diese mit einer Referenzspannung vergleichen kann.

20

Um Testanschlüsse an der integrierten Schaltung einzusparen, ist auch bekannt, bei mehreren intern generierten Spannungen eine Multiplexer-Einrichtung vorzusehen, die die unterschiedlichen Spannungen gesteuert durch eine integrierte Testschaltung bzw. durch die angeschlossene externe Testereinrichtung an einen gemeinsamen dafür vorgesehenen Testanschluss anzulegen. Über den gemeinsamen Testanschluss können nun die intern generierten Spannungen nacheinander mit einer jeweiligen Referenzspannung verglichen werden und so überprüft werden, ob die intern generierte Spannung der gewünschten Spannung entspricht.

25

30

In der Regel stehen die dafür verwendeten Testanschlüsse nur während des Front-End-Tests, d.h. im unzersägten Zustand der integrierten Halbleiterschaltungen zur Verfügung. Nach dem Zersägen und Einhäusen der Schaltungen sind die Testanschlüsse

35

se nicht mehr zugänglich, so dass eine Überprüfung der internen Spannungen in der Regel nicht mehr möglich ist. Dies ist nachteilig, da durch nach dem Frontend-Test erfolgende Testschritte, durch Zersägen und Einhäusen die integrierte Halbleiterschaltung beeinflusst wird und sich die intern generierten Spannungen dadurch ändern können.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass zum Messen der Spannungen von der Testereinrichtung die entsprechenden Ressourcen, d.h. Testerkanäle bereitgestellt werden müssen. Dies ist insbesondere beim parallelen Testen von Halbleiterschaltungen von Nachteil, da die zu testende Halbleiterschaltung über eine größere Anzahl von Testerkanäle mit der Testereinrichtung verbunden werden muss. Die größere Anzahl von Testleitungen reduzieren die Parallelität und damit den Durchsatz beim Testen von Halbleiterschaltungen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Testschaltung zur Verfügung zu stellen, mit der das Testen von mehreren internen Spannungen vereinfacht wird und darüber hinaus das Testen von mehreren internen Spannungen auch im Back-End-Testverfahren noch möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die integrierte Testschaltung nach Anspruch 1, sowie das Verfahren nach Anspruch 11 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine integrierte Testschaltung in einer integrierten Schaltung vorgesehen, um mehrere interne Spannungen zu testen. Es ist eine Schalteinrichtung vorgesehen, um eine der internen Spannungen gemäß einem Auswahlsignal zum Testen auszuwählen, wobei eine Vergleichereinrichtung eine von der ausgewählten internen Spannung abhängige Messspannung mit einer von extern

vorgegebenen Referenzspannung vergleicht und als Ergebnis des Vergleichens ein Fehlersignal ausgibt.

Die erfindungsgemäße integrierte Testschaltung hat den Vorteil, dass das Überprüfen der internen Spannung im Inneren der integrierten Schaltung durchgeführt werden kann und somit Ressourcen einer angeschlossenen Testereinrichtung eingespart werden können. D. h. die Testereinrichtung muss keine Ressourcen für das Vergleichen der internen Spannungen mit einer Referenzspannung bereitstellen. Ferner ist es möglich, durch die Schalteinrichtung die internen Spannungen auszuwählen, so dass nur eine Vergleichereinrichtung in der integrierten Testschaltung notwendig ist und die Ergebnisse des Vergleichens an dem Ausgang der Vergleichereinrichtung auslesbar sind. Auf diese Weise kann vermieden werden, mehrere externe Anschlüsse vorzusehen, über die die einzelnen internen Spannungen auslesbar sind. Dies stellt einen erheblichen Vorteil dar, da die Anzahl der externen Anschlüsse üblicherweise sehr begrenzt ist.

Es kann vorgesehen sein, dass die Messspannung den ausgewählten internen Spannungen direkt entspricht oder dass ein Spannungsteiler vorgesehen ist, um die Messspannung als ein vorbestimmter Bruchteil der zu testenden internen Spannung zu erzeugen. Der Vorteil des Spannungsteilers besteht darin, mit einer zur Verfügung gestellten Referenzspannung mehrere, auch unterschiedliche interne Spannungen nacheinander mithilfe der Vergleichereinrichtung zu testen.

Zum Auswählen der zu messenden internen Spannung der Schalteinrichtung kann eine Steuerschaltung vorgesehen sein, um einen der mehreren Spannungsteiler mit der Vergleichereinrichtung zu verbinden.

Das Fehlersignal kann zum einen direkt an einem Anschluss der integrierten Schaltung auslesbar sein, andererseits kann ein Speicherelement vorgesehen sein, um das Fehlersignal zwi-

schenzuspeichern. Dann kann das Fehlersignal zu einem geeigneten Zeitpunkt, beispielsweise über einen Signalanschluss von extern ausgelesen werden.

- 5 Vorzugsweise ist der Signalanschluss über ein Schaltelement schaltbar mit dem Speicherelement oder der Vergleichereinrichtung verbindbar, um über den Signalanschluss das Speicherelement auszulesen oder die Referenzspannung an die Vergleichereinrichtung anzulegen. Auf diese Weise ist es möglich, das Bereitstellen der Referenzspannung und das Auslesen des Testergebnisses für die interne Spannung über den Signalanschluss durchzuführen. Dabei wird zunächst die Referenzspannung an den Signalanschluss angelegt und die interne Spannung gemäß einem Auswahlsignal ausgewählt. Die Vergleichereinrichtung liefert ein Ergebnis des Vergleichens der Referenzspannung und der Messspannung und speichert das Ergebnis in dem Speicherelement ab. Durch das Umschalten des Schaltelements wird nun das Speicherelement so an den Signalanschluss angelegt, dass das in dem Speicherelement gespeicherte Fehlersignal von einer angeschlossenen Testereinrichtung ausgelesen werden kann.

25 Es kann ein weiteres Schaltelement vorgesehen sein, womit der Signalanschluss mit einer internen Signalleitung der integrierten Schaltung zum Empfangen und/oder zum Ausgeben von Signalen verbindbar ist. Auf diese Weise kann ein Signalanschluss zum Testen der integrierten Schaltung verwendet werden, der im späteren normalen Betrieb beispielsweise einen Datenein-/ausgang darstellt.

30

Vorzugsweise ist das Schaltelement und/oder das weitere Schaltelement durch ein Teststeuersignal steuerbar, das entweder intern in der integrierten Schaltung oder durch die angeschlossene Testereinrichtung vorgegeben ist.

35

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Testen einer integrierten Schaltung mit ei-

ner erfindungsgemäßen Testschaltung vorgesehen. Dabei wird zunächst eine interne Spannung der integrierten Schaltung ausgewählt und eine Referenzspannung von extern zur Verfügung gestellt. Eine Messspannung, die abhängig von der ausgewählten internen Spannung ist, wird mit der zur Verfügung gestellten Referenzspannung verglichen, wobei als Ergebnis des Vergleichens ein Fehlersignal zur Ausgabe an eine Testereinrichtung generiert wird.

10 Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Testschaltung; und  
15 Figur 2 eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung.

In Figur 1 ist eine integrierte Schaltung 1 mit einer Testschaltung 2 zum Testen von mehreren internen Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ...  $V_n$  dargestellt. Die Testschaltung umfasst mehrere Spannungsteiler 3, die jeweils einen ersten Widerstand  $R_1$  und einen zweiten Widerstand  $R_2$  umfassen.

25 Über einen Schalter 4 ist jeder der Spannungsteiler 3 mit einem ersten Eingang einer Vergleichereinrichtung 5 verbunden. Die Schalter 4 sind über eine Steuereinheit 6 gesteuert, so dass jeweils nur einer der Schalter 4 geschlossen ist, um jeweils einen der Spannungsteiler an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anzulegen.  
30

Die Spannungsteiler generieren eine Messspannung, die mit einer an dem zweiten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anliegenden Referenzspannung  $V_{Ref}$  verglichen wird. Die Vergleichereinrichtung 5 weist einen Ausgang auf, an dem ein Fehlersignal über einen Signalanschluss 7 ausgebbar ist.  
35

Die Referenzspannung  $V_{\text{Ref}}$  wird üblicherweise über einen weiteren Signalanschluss 8 der Vergleichereinrichtung 5 zur Verfügung gestellt.

- 5 Die Schalter 4 werden über die Steuereinheit 6 so gesteuert, dass jeweils nur einer der Schalter 4 geschlossen ist, um nur eine der Messspannungen an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anzulegen. Anstelle der Steuereinheit 6 zum Steuern der Schalter 4 kann auch eine externe Steuerung für  
10 den Schalter 4 vorgesehen sein, in dem weitere Signalanschlüsse vorgesehen sind, mit denen die Schalter 4 steuerbar sind. In diesem Fall müsste beim Testen der integrierten Schaltung 1 eine angeschlossene Testereinrichtung die Steuerung der Schalter 4 über die weiteren Signalanschlüsse übernehmen.  
15

- Die Spannungsteiler 3 sind so dimensioniert, dass sie aus den internen Spannungen  $V_0, V_1, V_2 \dots V_n$  jeweils eine Messspannung generieren, die im wesentlichen einander ähnliche geeignete Potentiale aufweisen, die im Idealfall gleich sind, d. h. alle internen Spannungen weisen die Sollspannung auf. In  
20 diesem Fall ist es möglich, nur eine Referenzspannung zur Verfügung stellen zu müssen, so dass nur ein Signalanschluss 8 für das Bereitstellen der Referenzspannung  $V_{\text{Ref}}$  benötigt wird. Selbstverständlich kann bei Bereitstellung unterschiedlicher Referenzspannungen vorgesehen sein, dass die Spannungsteiler 3 deutlich voneinander verschiedene Messspannungen erzeugen. Die Spannungsteiler 3 müssen dann so dimensioniert sein, dass sie eine Spannung bereitstellen, die im  
25 wesentlichen so weit von der oberen und unteren Versorgungsspannung der Vergleichseinrichtung 5 entfernt ist, dass die Transistoren der Vergleichseinrichtung 5 mit einer Mindestspannung angesteuert werden.  
30

- 35 Die Steuereinheit 6 kann sowohl über eine von außen angeschlossene Testereinrichtung gesteuert werden oder selbsttätig ein vorgegebenes Testverfahren durchführen.



Beim Testen der integrierten Schaltung 1 mithilfe einer Testereinrichtung wird zunächst eine Referenzspannung  $V_{Ref}$  an den weiteren Signalanschluss 8 angelegt. Anschließend wird im Wesentlichen nacheinander jeder der Schalter 4 einzeln geschlossen, um eine jeweilige Messspannung, die aus den internen Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  gebildet ist, an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung anzulegen. Die Vergleichereinrichtung vergleicht die Referenzspannung  $V_{Ref}$  mit der jeweiligen Messspannung und gibt das Ergebnis des Vergleichs an den Signalanschluss 7 aus, von wo er von der Testereinrichtung ausgelesen werden kann.

In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Testschaltung dargestellt. Gleiche Bezugszeichen entsprechen im Wesentlichen gleichen Elementen.

Die in Figur 2 dargestellte Testschaltung 2 weist ebenfalls eine Vergleichereinrichtung 5 auf, dessen erster Eingang mit einer Multiplexer-Schaltung 10 verbunden ist, über die mehrere interne Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  schaltbar anlegbar sind. Welche der internen Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 angelegt wird, wird durch die Steuereinheit 6 bestimmt.

Es besteht auch in der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform die Möglichkeit, anstatt die internen Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  direkt an die Vergleichereinrichtung 5 anzulegen, Messspannungen mithilfe von Spannungsteilern zu generieren und diese Messspannungen schaltbar an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anzulegen.

Ein zweiter Anschluss der Vergleichereinrichtung 5 ist mit einem Schaltelement 12 verbunden, über den die Referenzspannung  $V_{Ref}$  an dem zweiten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anlegbar ist.

Die Vergleichereinrichtung 5 ist vorzugsweise so gestaltet, dass sie mit einem Fehlerdatum angibt, ob die Spannungen im wesentlichen gleich oder unterschiedlich sind.

5 Ein Ausgang der Vergleichereinrichtung 5 ist mit einem Speicherelement 11 verbunden, in dem das Ergebnis des Vergleichens zwischen der Referenzspannung  $V_{Ref}$  und der jeweils ausgewählten internen Spannung  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  gespeichert wird. Das Schaltelement 12 ist so gestaltet, um gesteuert  
10 über eine Teststeuerleitung 13, die das Schaltelement 12 mit der Steuereinheit 6 verbindet, entweder einen Signalanschluss 14 mit dem zweiten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 oder mit dem Ausgang des Speicherelementes 11 oder mit einer internen Signalleitung 15 der integrierten Schaltung verbindet.

15

Das Speicherelement 11 ist vorzugsweise als ein Latch ausgebildet, das zwei entgegengekoppelte Inverter aufweist.

20

Mithilfe der in Figur 2 dargestellten Testschaltung ist es möglich, einen Signalanschluss, der für den Normalbetrieb der integrierten Schaltung verwendet wird und beim Normalbetrieb mit der internen Signalleitung 15 verbunden ist, auch zum Testen der mehreren internen Spannungen  $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2 \dots V_n$  zu verwenden. Dazu wird zunächst die Schalteinrichtung 10 so geschaltet, dass eine der internen Spannungen, z.B. die interne Spannung  $V_0$ , an den ersten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 angelegt ist. Gleichzeitig wird das Schaltelement 12 so geschaltet, dass der Signalanschluss 14 mit dem zweiten Anschluss der Vergleichereinrichtung 5 verbunden wird, um eine  
25 Referenzspannung  $V_{Ref}$  an den zweiten Eingang der Vergleichereinrichtung 5 anzulegen.

30

Die Referenzspannung  $V_{Ref}$  wird üblicherweise durch eine angeschlossene Testereinrichtung (nicht gezeigt) zur Verfügung  
35 gestellt. Anschließend wird das Schaltelement 12 so geschaltet, dass der Signalanschluss 14 mit dem Ausgang des Speicherelementes 11 verbunden wird. In dem Speicherelement 11

ist das Ergebnis des zuletzt durchgeführten Vergleichs gespeichert und gibt an, ob und unter Umständen in welcher Weise die ausgewählte interne Spannung von der Referenzspannung  $V_{\text{Ref}}$  abweicht. Über den Signalanschluss 14 ist das Ergebnis  
5 des Vergleichs so aus der Testereinrichtung auslesbar.

Das Schalten des Schaltelements 12 ist ebenso wie das Schalten der Schalteinrichtung 10 durch die Steuereinheit 6 gesteuert. Die Steuereinheit 6 kann einen Testablauf gemäß einem von der Testereinrichtung vorgegebenen Verfahren oder  
10 selbständig durchführen.

Mit der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Testschaltung ist es also möglich, die internen Spannungen mit nur einem Signalanschluss 14 zu testen, der darüber hinaus im Normalbetrieb mit einer internen Signalleitung  
15 verbunden ist, so dass der Signalanschluss 14 auch als Datenein- bzw. -ausgang betrieben werden kann. Dadurch dass das Testen der internen Spannungen nahezu vollständig im Inneren der integrierten Schaltung abläuft, werden Testerressourcen  
20 eingespart. Dadurch dass nur ein Signalanschluss 14 verwendet werden muss, ist auch nur eine Testleitung zum Anschluss der integrierten Schaltung 1 an eine Testereinrichtung notwendig. Dies vermindert die Gesamtanzahl der angeschlossenen Testleitungen,  
25 so dass an einer Testereinrichtung gleichzeitig eine größere Anzahl von integrierten Schaltung 1 getestet werden können.

Ferner hat die erfindungsgemäße Testschaltung den Vorteil,  
30 dass das Testen der internen Spannungen auch bei einer eingehäuten integrierten Schaltung vorgenommen werden kann, da das Testen über einen im Normalbetrieb verwendeten Signalanschluss durchgeführt werden kann.

## Patentansprüche

1. Integrierte Testschaltung in einer integrierten Schaltung  
(1) zum Testen von mehreren internen Spannungen ( $V_0$ ,  $V_1$ ,  
5  $V_2, \dots V_n$ ),  
wobei eine Schalteinrichtung (4) vorgesehen ist, um eine  
der internen Spannungen ( $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2, \dots V_n$ ) gemäß einem  
Auswahlsignal zum Testen auszuwählen,  
wobei eine Vergleichereinrichtung (5) vorgesehen ist, um  
10 eine von der ausgewählten internen Spannungen ( $V_0$ ,  $V_1$ ,  
 $V_2, \dots V_n$ ) abhängige Messspannung mit einer von extern  
vorgegebenen Referenzspannung ( $V_{Ref}$ ) zu vergleichen und um  
als Ergebnis des Vergleichens ein Fehlersignal aus-  
zugeben.  
15
2. Testschaltung nach Anspruch 1,  
wobei die Messspannung der ausgewählten internen Spannung  
entspricht.
- 20 3. Testschaltung nach Anspruch 1,  
wobei ein Spannungsteiler für mindestens eine zu testende  
interne Spannung vorgesehen ist, um die Messspannung als  
ein vorbestimmter Bruchteil der zu testenden internen  
Spannung zu erzeugen.  
25
4. Testschaltung nach Anspruch 3, wobei mehrere Spannungs-  
teiler (3) vorgesehen sind, die so gestaltet sind, dass  
die aus der jeweils an dem Spannungsteiler anliegenden  
internen Spannung ( $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2, \dots V_n$ ) erzeugte Meßspannung  
30 bei jedem Spannungsteiler (3) das gleiche Potential auf-  
weist.
5. Testschaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei ei-  
ne Steuerschaltung (6) vorgesehen ist, um einen der meh-  
35 reren Spannungsteiler (3) mit der Vergleichereinrichtung  
(5) zu verbinden.

6. Testschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Speicherelement (11) vorgesehen ist, um das Fehlersignal zu speichern.
- 5 7. Testschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Inhalt des Speicherelements (11) über einen Signallanschluß (14) von extern auslesbar ist.
- 10 8. Testschaltung nach Anspruch 7, wobei der Signalanschluß (14) über ein Schaltelement (4) schaltbar mit dem Speicherelement (11) oder der Vergleichereinrichtung (5) verbindbar ist, um über den Signalanschluß das Speicherelement (11) auszulesen oder die Referenzspannung ( $V_{Ref}$ ) an die Vergleichereinrichtung (5) anzulegen.
- 15 9. Testschaltung nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Signallanschluß über ein weiteres Schaltelement (12) schaltbar mit einer internen Signalleitung (15) der integrierten Schaltung (1) zum Empfangen und/oder Ausgeben von Signalen verbindbar ist.
- 20 10. Testschaltung nach Anspruch 8 bis 9, wobei das Schaltelement und/oder das weitere Schaltelement (12) durch ein Teststeuersignal steuerbar ist.
- 25 11. Verfahren zum Testen einer integrierten Schaltung mit einer Testschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei eine interne Spannung ( $V_0, V_1, V_2, \dots V_n$ ) der integrierten Schaltung (1) ausgewählt wird, wobei eine Referenzspannung ( $V_{Ref}$ ) zur Verfügung gestellt wird, wobei eine Messspannung, die abhängig von der ausgewählten internen Spannung ( $V_0, V_1, V_2, \dots V_n$ ) ist, mit der zur Verfügung gestellten Referenzspannung verglichen wird, 30 wobei als Ergebnis des Vergleichens ein Fehlersignal generiert wird. 35

## Zusammenfassung

## Integrierte Testschaltung in einer integrierten Schaltung

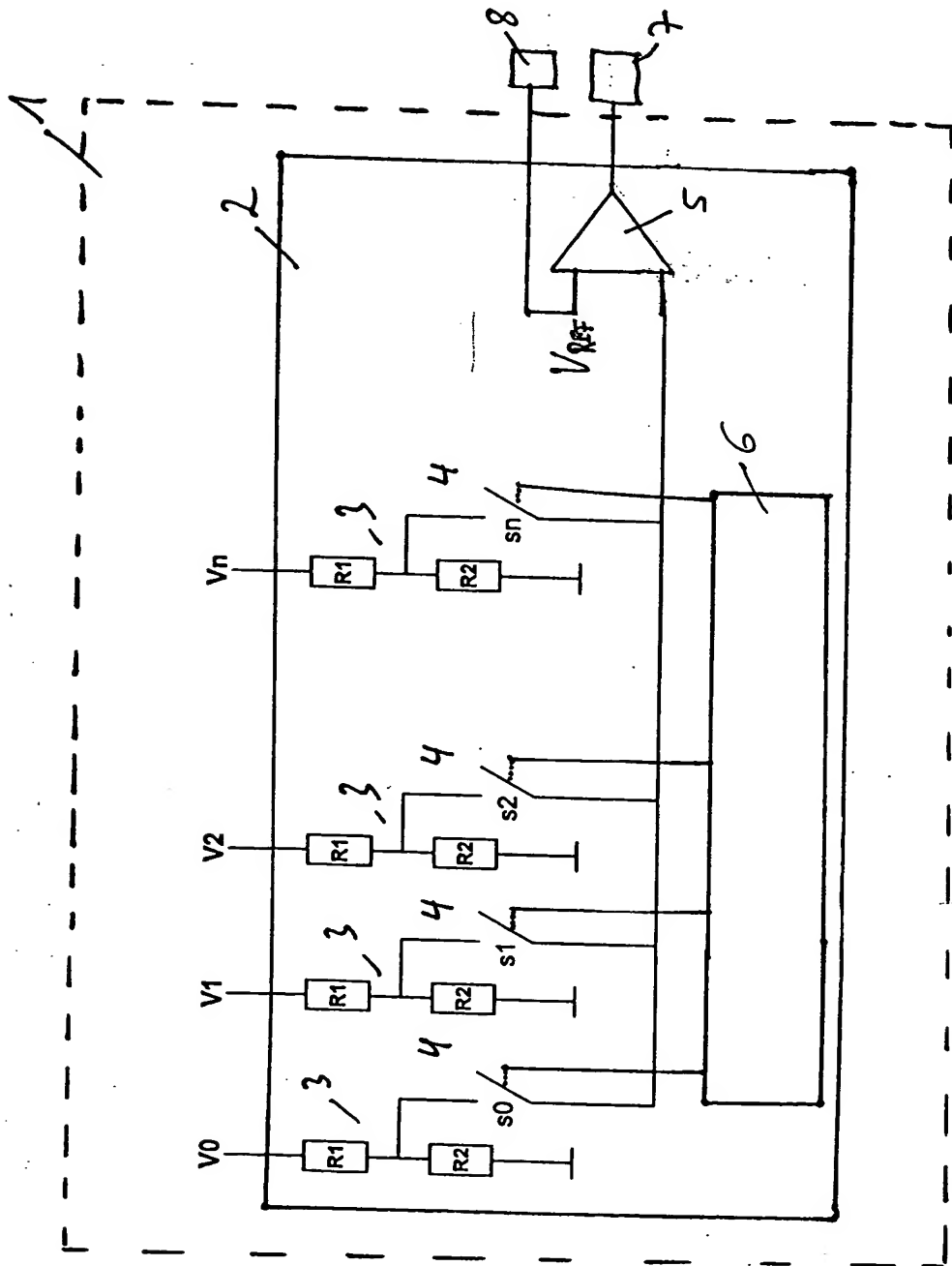
- 5 Die Erfindung betrifft eine integrierte Testschaltung in einer integrierte Schaltung zum Testen von mehreren internen Spannung, wobei eine Schalteinrichtung vorgesehen ist, um eine der internen Spannungen gemäß einem Auswahlsignal zum Testen auszuwählen, wobei eine Vergleichereinrichtung vorgesehen ist, um eine von der ausgewählten internen Spannung abhängige Messspannung mit einer von extern vorgegebenen Referenzspannung zu vergleichen und um als Ergebnis des Vergleichens ein Fehlersignal auszugeben.
- 10

15

Figur 1

Figur für die  
Zusammenfassung

Fig. 1



## Bezugszeichenliste

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| 1  | integrierte Schaltung    |
| 2  | Testschaltung            |
| 3  | Spannungsteiler          |
| 4  | Schalter                 |
| 5  | Vergleichereinrichtung   |
| 6  | Steuereinheit            |
| 7  | Signalanschluss          |
| 8  | weiterer Signalanschluss |
| 10 | Multiplexer-Einrichtung  |
| 11 | Speicherelement          |
| 12 | Schaltelement            |
| 13 | Teststeuerleitung        |
| 14 | Signalanschluss          |
| 15 | Signalleitung            |



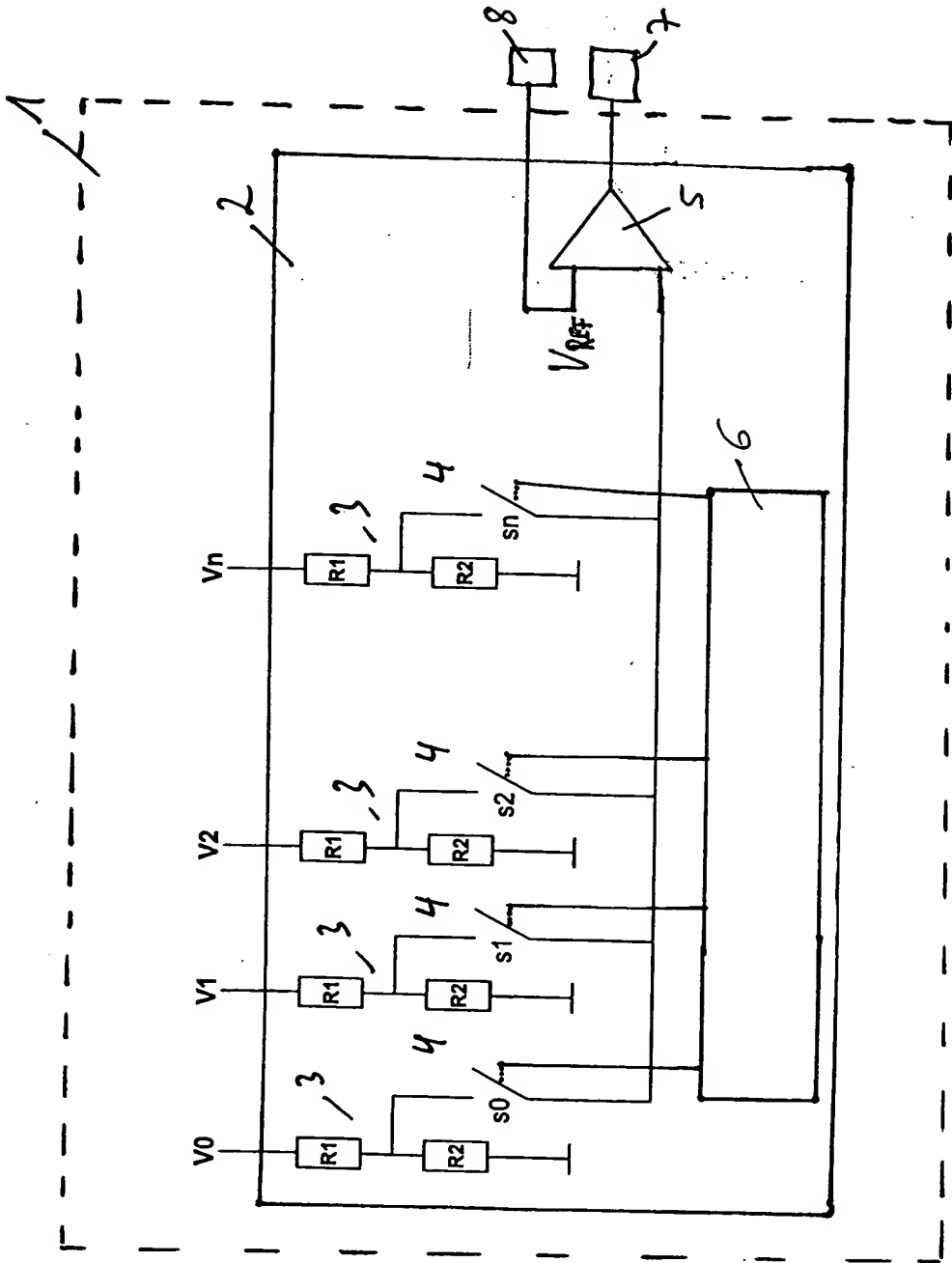


Fig. 1

Fig. 2

